



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE**  
**ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE PREBIÓTICO PARA TILÁPIA**  
**DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

**LUCIANO FLÁVIO BARBOSA DA SILVA**

**AREIA-PB**  
**DEZEMBRO DE 2015**

**LUCIANO FLÁVIO BARBOSA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE  
ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE PREBIÓTICO PARA TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Colegiado do Curso  
de Zootecnia no Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal da  
Paraíba, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de graduado  
em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Luis Rodrigues

**AREIA-PB**

**DEZEMBRO DE 2015**

LUCIANO FLÁVIO BARBOSA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE  
ALIMENTOS ALTERNATIVOS COM ADIÇÃO DE PREBIÓTICO PARA TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Aprovado em 10 de Dezembro de 2015

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Marcelo Luis Rodrigues (DZ/CCA/UFPB)  
ORIENTADOR

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Juliana Silva de Oliveira (DZ/CCA/UFPB)  
EXAMINADORA

---

Me. Ângelo Sousa Oliveira (PDIZ)  
EXAMINADOR

A minha mãe Rossana de Fátima de Araújo Barbosa e  
In Memoriam de meu Pai Luiz Januário Torres da Silva

Por terem me dado à vida e ensinado a vivê-la.

A minha irmã Luana e meu irmão Luiz;

Aos meus avós paternos, Maria Celeste Torres e Francisco Januário  
da Silva “in memoriam”;

Avós meus avós maternos Maria José de Araújo e In memoriam de  
Severino da Costa Barbosa;

A todos os meus tios, tias, primos e primas.

Com todo amor e dedicação...

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus, por me guiar, me dar força em todos os momentos deste intenso trabalho e por me oferecer a oportunidade de pesquisar um tema de grande relevância.

Ao meu orientador Dr. Marcelo Luis Rodrigues, meu muito obrigado pela oportunidade concedida, confiança permanente, desprendimento intelectual e condução lucida e honesta dos meus passos neste trabalho, além da amizade construída nestes anos.

Agradeço ainda a todos aqueles que deram seu contributo para este trabalho, por diversas razões e em vários momentos, especialmente ao grupo tecnológico em aquicultura (GTA), a equipe de alunos, estagiários, e a técnica do laboratório do setor de piscicultura do CCA-UFPB.

Agradeço aos meus amados familiares, pelo exemplo de dignidade, dedicação a mim, pelo amor incondicional, por terem contribuído pela homem que hoje sou. Amo vocês.

Agradeço a todos os professores que contribuíram com minha formação acadêmica durante esses anos.

Agradeço a coordenação do curso de Zootecnia, os professores Edilson Saraiva e Safira Valença. A secretária Vanda por toda sua dedicação.

Muito Grato aos colegas da turma de Zootecnia 2011.1 e agregados de outros períodos. Posso afirmar que foram longos anos de convivência, de aprendizado, amadurecimento e acima de tudo grandes amigos, serão inesquecíveis.

Aos amigos(as) especiais que construí durante esta jornada: Aianne, Isa, Larissa, Natália, Daniely, Vanderleia, Lourdes, Jamille, Ângela, Naíra, George, Cazuza, Thiago, Wendel, Marcos, Ângelo, Adriano e Ricardo, por compartilharem bom momentos, e por vezes fizeram papel de irmãos.

É difícil agradecer a todas as pessoas que de alguma forma, seja nos momentos serenos ou mesmo naqueles mais difíceis fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso agradeço a todos que de alguma forma estiveram presentes em algum momento da minha vida, de coração.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
RESUMO .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Espécie em Estudo: Tilápia Do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	3
2.2. Alimentos Alternativos .....	3
2.3. Palma Forrageira ( <i>Opuntia fícus-indica</i> ) .....	4
2.4. Urucum ( <i>Bixa orellana</i> ) .....	5
2.5. Digestibilidade em peixes .....	6
2.6 Prebióticos na Piscicultura .....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÃO .....	29
REFERÊNCIAS .....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de FPF e FSU para a tilápia do Nilo.....	16
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta referência e do Farelo da palma forrageira. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.....	16
<b>Tabela 3.</b> Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração referência e do Farelo da semente de urucum. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.....	17
<b>Tabela 4.</b> Composição bromatológica da ração teste contendo 30% do FPF e da ração referência. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.....	19
<b>Tabela 5.</b> Coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e da ED do FPF, para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas suplementadas com níveis crescentes de prebiótico...	20
<b>Tabela 6.</b> Valores de F do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDaMS), CDaPB, CDaED do Farelo de palma forrageira.....	22
<b>Tabela 7.</b> Composição química da ração contendo 30% do FSU e da ração referência. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.....	23
<b>Tabela 8.</b> Coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e da ED do FSU para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas suplementadas com níveis crescentes de prebiótico...	23
<b>Tabela 9.</b> Valores de F do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDaMS), CDaPB, CDaED do Farelo da semente de urucum.....	25



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista aérea do Setor de Piscicultura da UFPB/CCA.....	11
<b>Figura 2.</b> Estrutura de formato circular confeccionada com tela plástica utilizada para abrigar os peixes e facilitar o manejo.....	13
<b>Figura 3.</b> A esquerda incubadoras adaptadas para coleta de fezes, à direita caixas para a alimentação dos peixes.....	14
<b>Figura 4.</b> A – Pesagem dos ingredientes; B – Inclusão dos indicadores e do Prebiótico; C – Inclusão do alimento alternativo e pulverização da água; D e E – Peletização das rações testes; F – Secagem em estufa das rações.....	15
<b>Figura 5.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaMS do FPF.....	21
<b>Figura 6.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaPB do FPF.....	21
<b>Figura 7.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaED do FPF.....	22
<b>Figura 8.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaMS do FSU.....	23
<b>Figura 9.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaPB do FSU.....	24
<b>Figura 10.</b> Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico sob o CDaED do FSU.....	24

SILVA, L.F.B. **Avaliação do Coeficiente de Digestibilidade Aparente de Alimentos Alternativos com adição de Prebiótico para Tilápia Do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Areia, PB. Centro de Ciências Agrárias, UFPB. Dezembro de 2015. Monografia. Curso de Graduação em Zootecnia.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia do Farelo da palma forrageira (FPF) e do farelo da semente de urucum (FSU) com a adição de Prebióticos. Para cada ensaio, foram confeccionadas quatro rações com os seguintes níveis de inclusão de prebiótico: 0,0; 0,04; 0,08 e 0,12% e uma ração referência, utilizando 75 juvenis de tilápia-do-Nilo, revertidos sexualmente com aproximadamente 100,00g +/- 5g mantidos em incubadoras adaptadas a coleta de fezes. O período de coleta foi feito durante 15 dias, precedido de 7 dias de adaptação e a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente foi feita por método indireto utilizando indicador nas dietas. Os parâmetros físicos e químicos da água se mantiveram em níveis adequados para a espécie durante todo o experimento. Para análise dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, aplicando o teste de análise de regressão, utilizando o método de pseudoreplicações. A adição dos prebióticos à ração melhorou o coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca, proteína bruta e energia digestível. Entre os níveis testados, o de 0,04% de prebiótico proporcionou os valores mais expressivos.

**PALAVRAS CHAVE:** Digestibilidade, mananoligossacarídeos, tilapicultura, valor nutricional

SILVA, L.F.B. **Avaliação do Coeficiente de Digestibilidade Aparente de Alimentos Alternativos com adição de Prebiótico para Tilápia Do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Areia, PB. Centro de Ciências Agrárias, UFPB. Dezembro de 2015. Monografia. Curso de Graduação em Zootecnia.

### ABSTRACT

Aimed to evaluate the apparent digestibility of nutrients and energy from the bran of the cactus pear (BCP) and annatto seed meal (ASM), divided in digestibility trial 1 and trial 2, with the addition of Prebiotics. For each test were made four diets with the following levels of inclusion 0.0; 0.04; 0.08 and 0.12 % and a reference diet, using 75 juveniles of Nile tilapia, sexually reverted with approximately 100,00g +/- 5g kept in incubators adapted to collect feces. The collection period was made for 15 days and the determination of apparent digestibility coefficients was made by the indirect method using indicators in diets. The physical and chemical parameters of water were maintained at adequate levels throughout the experiment. The addition of prebiotics in the diet improved the apparent digestibility of dry matter, crude protein and digestible energy. Among the tested levels, the 0.04% prebiotic provided the higher values.

**KEYWORDS:** Digestibility, mannanoligosaccharides, tilapiculture, nutritional value

## 1. INTRODUÇÃO

A produção aquícola mundial é de aproximadamente 126 milhões de toneladas. A produção pesqueira no Brasil pode atingir até 20 milhões de toneladas no ano de 2030, o país tem capacidade e poderá se tornar um dos maiores produtores até lá. A produção nacional se acordo com a FAO (2010) foi de aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados em cativeiro.

A produção aquícola atingiu 628,7 mil toneladas, representando um crescimento de 31,1% em relação ao ano anterior, dentre as espécies de peixe mais criadas, destacam-se a Tilápia e Tambaqui o que equivale a 67% do total (Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA 2011).

O MPA (2011) enfatiza que na região Nordeste, houve um salto de 35% na produção, crescimento este de 53 mil toneladas de pescado, entre 2010 e 2011.

A Organização das Nações Unidas - FAO (2010) aponta que entre 2000 e 2009 houve um aumento no consumo per capita de peixe de 30%, em comparação com os 10% da carne bovina no Brasil.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie oportunista que aceita facilmente alimentos artificiais, utiliza eficientemente os carboidratos como fonte de energia o que possibilita a utilização de fontes de proteína e de energia de origem vegetal na formulação de dietas. No meio ambiente, a tilápia do Nilo alimenta-se nos níveis tróficos inferiores ingerindo zooplânctons e fito plânctons (Furuya, 2010).

O grande crescimento na tilapicultura, pode ser atribuído ao ótimo desempenho, à alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação e grande aceitação no mercado lazer (pesque-pague) e alimentício, pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (Xavier et al. 2009).

Para formular rações que atendam às necessidades nutricionais dos peixes, geralmente são utilizados produtos e subprodutos de origem animal os quais concebem altos níveis de proteínas e custos elevados (Lanna et al., 2004).

O custo alimentar na produção aquícola intensiva e semi-intensiva corresponde a parte mais onerosa, pois devem atender todas as exigências nutricionais. Dietas desbalanceadas ou com baixa digestibilidade causam grandes prejuízos ambientais devido a transferência dos nutrientes excretados para o meio, provocando maior eutrofização do ambiente aquático, prejudicando o desempenho dos peixes e tornando o custo com a alimentação que além de ser

alto e ineficiente. Logo, podemos utilizar compostos e tecnologias visando a melhoria da digestibilidade dos nutrientes das rações e que permitam maior estabilidade das rações no meio aquático (Signor, 2010).

As rações para peixes são formuladas basicamente a base de milho, farelo de soja e farinha de peixe, estes possuem alto custos e grande variabilidade, dependência da oferta ao decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses alimentos, bem como a competição não só com outras culturas como com a alimentação humana como é o caso do milho, portanto podem tornar a produção de peixes inviável (Santos, 2009a).

Visando baratear os custos das rações convencionais, é imprescindível a necessidade de se substituir os ingredientes de origem animal, item mais caro nas formulações da ração, pelos de origem vegetal, surgindo a opção de se substituir os ingredientes tradicionalmente empregados nas rações por produtos regionais (Silva et al., 2007).

A obtenção de informações quanto ao valor nutritivo dos alimentos e das necessidades nutricionais de peixes, possibilitam balancear rações específicas para diferentes fases da vida, minimizando os impactos ambientais e proporcionando saúde aos peixes em confinamento (Pezzato, 2009).

Uma das principais ferramentas utilizadas para avaliar a qualidade de um ingrediente ou dieta, apontando o seu valor nutricional e os níveis de nutrientes não digeridos que irão compor as excretas acumulados no meio aquático, é a determinação da digestibilidade (Furuya 2001).

Dionizio et al. (2002), descreve que para um composto ser classificado como prebiótico, este não pode ser hidrolisado ou absorvido na parte superior do trato gastrointestinal, e deve ser um substrato seletivo para bactérias comensais benéficas do cólon, afetando o crescimento ou o metabolismo, sendo capaz de alterar a microflora intestinal favorável e induzir a efeitos benéficos intestinais ou sistêmicos, ao hospedeiro.

O uso de prebióticos demonstra resultados no crescimento das populações microbianas benéficas, através da melhora nas características do trato gastrointestinal e no sistema imunológico e, em alguns casos, pela melhora no desempenho animal. (Silva e Nornberg 2003).

A utilização de prebióticos em peixes vem crescendo como alternativa de quimioterápicos e promotores de crescimento, entretanto seu uso na nutrição de peixes ainda é um conceito novo na aquicultura e as pesquisas são bastantes limitadas (Cechim 2012).

Objetivamos com este estudo, avaliar a digestibilidade do Farelo de palma forrageira e do Farelo da semente de urucum, com adição de níveis de prebióticos para a tilápia do Nilo.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Espécie em Estudo: Tilápia Do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

A tilápia do Nilo é umas das espécies de peixe mais indicadas para o cultivo intensivo devido suas características produtivas, tais como: rusticidade, alta taxa de crescimento, adaptabilidade às mudanças no ambiente, reprodutibilidade, baixa conversão alimentar e por estar em um nível trófico baixo (El-Sayed, 2006).

É uma espécie originária do continente africano e da Ásia Menor, habitam predominantemente águas quentes com temperatura que variam de 20 a 30°C (Sebrae, 2007).

A introdução oficial da espécie no Brasil, ocorreu através do Departamento Nacional de Obra contra a Seca (DNOCS) no ano de 1971, que realizava o povoamento de alevinos de tilápia nos reservatórios públicos da Região Nordeste (Nogueira, 2007).

Entre 2007 e 2009, houve um crescimento de 60,2% na produção da piscicultura no Brasil. A produção nacional da tilapicultura aumentou 105% em apenas sete anos, entre 2003-2009 (MPA, 2011), estes dados são reforçados por Nogueira (2007) que enfatiza sua viabilidade econômica.

A carne da tilápia é de ótima qualidade, é bastante apreciada pelo mercado consumidor e, em função da ausência de espinhos, é apropriada para a filetagem. (Pezzato 2004).

Pezzato (2004) destaca que há uma escassez de informações sobre a digestibilidade de proteína e da energia de muitos alimentos acerca das espécies tropicais. Apenas partindo de rações com altos coeficientes de digestibilidade será possível obter-se respostas de conversão alimentar satisfatória, aumentar os lucros e ainda, minimizar o impacto ambiental que alguns desses alimentos podem proporcionar.

### **2.2. Alimentos Alternativos**

A atividade aquícola é compreendida como sendo uma importante fonte de produção de proteína de origem animal com alto valor biológico para nutrição humana e uma ótima fonte de renda para o piscicultor, entretanto deve ser adotado um manejo racional com a utilização de artifícios alternativos na alimentação dos peixes (Santos, 2009a).

As rações confeccionadas com alimentos convencionais são altamente representativas e determinam o custo total de produção na piscicultura, visando reduzir estes gastos, é necessário que sejam realizados estudos para avaliar alimentos alternativos da agroindústria, que podem

apresentar potencialidade para substituir os alimentos com custo mais oneroso na fabricação de rações (Hisano, 2008).

Os produtos e subprodutos da agroindústria de frutas, resíduos de culturas e produtos não destinados ao consumo humano tem sido uma opção no Nordeste brasileiro para substituir os cereais tradicionais por alimentos não convencionais, tornando-se uma ótima alternativa para minimizar os custos com a alimentação animal que pode representar até 70% do custo total de produção (Santos, 2009a; Santos, 2008).

A utilização de ingredientes alternativos no contexto aquícola tem se tornado uma realidade crescente de forma promissora no Brasil, estes ingredientes são encontrados em grande diversidade, quantidade e disponibilidade. Entretanto há a dificuldade em encontrar pesquisas que tratam da utilização, composição e da digestibilidade de resíduos resultantes da produção nas agroindústrias (Santos, 2008).

Segundo Hisano (2008), para que um alimento seja viável industrialmente, este deve ser de baixo custo, ter grande volume de produção, ser disponível regional ou nacionalmente e que não traga prejuízo ao desempenho animal, logo precisa-se ter o conhecimento minucioso das características nutricionais, digestibilidade de nutrientes e aminoácidos, disponibilidade de minerais e avaliação da presença de fatores antinutricionais.

Para formular rações que atendam às exigências dos animais evitando a sobrecarga fisiológica e ambiental, é necessário o conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos alimentos e dos nutrientes, enfatizando, ainda, a utilização de diversos alimentos alternativos os quais permitem cada vez mais a aproximação do ótimo biológico ao ótimo econômico (Pezzato et al, 2009).

### **2.3. Palma Forrageira (*Opuntia fícus-indica*)**

Nativa do México, a palma forrageira – *Opuntia fícus-indica* (L.) Mill. - pertence à família das Cactaceas (Reyes-Aguero et al., 2005).

Silva et al. (2012) reforça que a palma forrageira tem colaborado em grande parte para o desenvolvimento social e econômico do nordeste brasileiro através da pecuária, por ser uma cultura forrageira adaptada às condições climáticas da região, que apresenta temperaturas médias elevadas e precipitações médias anuais de 300-700 mm e extremamente concentradas.

Destaca-se por ser de elevado valor energético, com nutrientes digestíveis totais (NDT) de 63%, persistente a seca, com elevada eficiência de uso de água e amplamente incorporada a pecuária na região (Melo et al., 2003).

A palma forrageira é um alimento importante na atividade pecuária por ser adaptada às condições climáticas da região e poder alcançar produtividade de até 40 toneladas de matéria seca por hectare por colheita (Santos et al., 2006).

A palma gigante (*Opuntia ficus indica*) é a mais comum na região Nordeste é conhecida também de palma graúda, azeda ou santa. São plantas de porte bem desenvolvido e caule menos ramificado, o que lhes transmite um aspecto mais ereto e crescimento vertical pouco frondoso. Seu porte arborescente apresenta-se com 3-5 m de altura, coroa larga, glabra e 60-150 cm de largura do caule. As raquetes têm 30 a 60 cm de comprimento na forma oval-elíptica ou sub-ovalada, 20 a 40 cm de largura e 19 a 28 cm de espessura (Silva, 2011).

De composição química variável segundo a espécie, idade, época do ano e tratos culturais, a palma é um alimento com alto teor de água, rico em carboidratos não fibrosos, alto teor de cinzas, embora possua baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro (Ferreira, 2005).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) compreendem uma ampla classe de polissacarídeos como celulose, hemicelulose e quitinas os quais podem diminuir o desempenho animal, dependendo de suas concentrações. Estes não podem ser degradados por enzimas endógenas, afetam a digestibilidade de nutrientes e modificam o tempo de permanência do alimento no trato digestivo (Brito 2008).

O estudo dos PNAs pode se confundir com os estudos relacionados à fibra bruta e também à fibra em detergente neutro e ácido, pois com exceção da lignina, a hemicelulose e a celulose fazem parte dos PNAs (Meurer e Hayashi, 2003). Uma das dificuldades encontradas no estudo de PNAs é justamente a quantidade, variabilidade da natureza destes carboidratos, a sua influência nos processos digestivos e, portanto, no desempenho dos animais. (Sens, 2009).

Dependendo da solubilidade dos seus constituintes, os PNAs são classificados em solúveis e insolúveis. Os PNAs insolúveis são as celuloses, as ligninas e algumas hemiceluloses e os PNAs solúveis são compostos por pectinas, gomas e principalmente pela hemicelulose. A hemicelulose, por sua vez, é constituída por arabinoxilanos,  $\beta$ -Glucanos, D-xilanos, D-mananos e xiloglucanos, entre outros (Tavernari et al., 2008).

## 2.4. Urucum (*Bixa orellana*)

O urucuzeiro é um arbusto que se desenvolve por grande parte do território de clima tropical, cujo fruto é o urucum (*Bixa orellana*). Esta cultura vem ganhando cada vez mais



espaço e importância econômica, devido a semente possuir uma camada de onde se extrai um corante natural, predominando a bixina (Pedrosa; Cirne; Neto, 1999; Franco Cfo et al. 2008).

Para obtenção de corantes naturais, a indústria processa o Urucum (*Bixa orellana* L.) para a extração do pigmento da bixina, este corresponde a uma fração ínfima, diante disto grande parte deste processo é resíduo, que após um processo de trituração podemos obter o farelo da semente do urucum. Os valores da composição química do farelo da semente de urucum encontrados por Utiyama (2001) trabalhando com suínos, foram 13,5; 15,0 e 1,5% de proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo, respectivamente, relatou que pode ser usado na alimentação animal substituindo o milho em até 10%, pois o alto teor de fibra bruta é um fator limitante.

No Brasil, o corante de urucum em pó é conhecida como colorau, amplamente utilizado na culinária para realçar a cor dos alimentos. O corante natural do urucum tem sido muito utilizado pela indústria nacional, representando cerca de 90% dos corantes naturais usados no Brasil e 70% no mundo (Tocchini e Mercadante, 2001)

O estado da Paraíba já foi líder no ranking nacional de produção de Urucum com 48% do total (IBGE, 1989), com a implementação em 2001 do Programa de Revitalização do Urucuzeiro, obtendo um aumento de área plantada superior a 70% (Silva et al., 2008).

Atualmente a produção do urucum tem beneficiado agricultores no Agreste paraibano. O ciclo de plantação pode durar até um ano, os produtores fazem o plantio, a colheita e depois vendem para empresas especializadas na produção de colorau (Globo 1 PB, 2015).

Realizando experimentos com o farelo de urucum, Pedrosa (2012) encontrou a seguinte composição bromatológica após a extração da bixina: 93,89% de matéria seca, 11,90% de proteína bruta (PB), 41,86% de fibra bruta (FB), 10,05% de extrato etéreo (EE), 5,55% de cinzas (CZ) e 5.146 Kcal/Kg de energia bruta (EB).

Para as fabricação de rações, este pode ser uma fonte alternativa e economicamente viável na composição de rações, tornando-se uma fonte lucrativa para as indústrias que o obtém como subproduto.

## **2.5. Digestibilidade em Peixes**

Dentre os peixes onívoros de água doce, a tilápia destaca-se, devido à alta capacidade digestível de alimentos de origem vegetal, seja, energéticos ou proteicos (Santos, 2008).

É de suma importância o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes que irão compor as rações para peixes, tornando a formulação mais precisa,

evitando-se a falta ou excesso deste, logo, proporciona-se a elaboração de rações com maior eficiência alimentar com adequado balanço energético e proteico, reduzindo o custo de produção e o impacto ao meio ambiente com a excreção principalmente de nitrogênio e fósforo (Hisano, 2008).

Objetivando-se conhecer o valor nutricional e qualidade de um alimento, os coeficientes de digestibilidade aparente são na maioria das vezes utilizados, entretanto este depende, essencialmente, da composição química e também da capacidade digestiva do animal para o alimento, portanto é de grande valia conhecer os hábitos alimentares do animal para fornecer uma dieta balanceada para atender as exigências nutricionais desta espécie, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e o fornecimento de uma dieta equilibrada não são suficientes para assegurar resposta positiva no desempenho do animal (Gonçalves e Carneiro, 2003).

A relação digestibilidade e disponibilidade de nutrientes possibilitam um acerto no balanço da dieta. Em sistemas intensivos, estes influenciam no equilíbrio orgânico animal, determinando maior resistência a doenças e respondendo por maior produtividade. Logo maior importância deve ser dada ao valor nutritivo dos alimentos que compõem as rações utilizadas nos sistemas intensivos de produção, com o intuito de formular rações balanceadas de alta qualidade, para a aplicação em boas práticas de manejo (Pezzato, 2009).

No estudo com peixes, para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes, destacam-se os métodos indiretos com a utilização de indicadores (Teixeira, 2010).

Os indicadores fecais são utilizados em estudos nutricionais com o intuito de estimar a quantidade de alimento ou nutriente consumido, estimar o coeficiente de digestibilidade total ou parcial dos alimentos em estudo de digestibilidade, medir o tempo e a taxa de passagem da ingesta pelo trato digestório, e quantificar o consumo de alimentos em condições controladas. Entre os indicadores fecais externos mais utilizados em pesquisas de digestibilidade com peixes, o óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) se apresenta como o mais empregado (Nakagome, 2009).

O coeficiente de digestibilidade aparente é calculado através da diferença entre a quantidade do nutriente ingerido e da quantidade do nutriente restante fezes do animal. Um dos métodos empregados para esse fim é o direto, e demanda a completa recuperação das fezes para o cálculo em questão; o outro é indireto, este requer apenas uma amostra das fezes para esse cálculo, pois utiliza um indicador na dieta (Choubert et al., 1979).

O método indireto que envolve o uso de indicador inerte na dieta, admite que a quantidade deste, na dieta e nas fezes, irá permanecer inalterado durante o período experimental

e ainda todo o indicador ingerido pelo animal deve estar presente (Utley et al., 1970; Cho et al., 1982).

Buscando formular uma ração que atinja as exigências nutricionais dos peixes e proporcione seu máximo potencial genético, torna-se imprescindível avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), logo a utilização destes valores digestíveis durante a formulação evita o excesso de nutrientes na ração, que pode ser prejudicial aos peixes, além derivar em menor custo e impacto ambiental, gerado pela redução na excreção dos nutrientes não absorvidos pelos peixes (Nakagome, 2009).

## **2.6. Prebióticos na Piscicultura**

Freitas, Rabello & Watanabe (2014), definem prebióticos como sendo substâncias alimentares que irão nutrir um grupo específico de microorganismos benéficos do intestino com consequente multiplicação.

Os Prebióticos promovem benefícios ao hospedeiro, pois são hidrolisadas por microorganismos específicos que compõem a microbiota intestinal, entretanto são substâncias não digeríveis por enzimas do trato gastrointestinal (Cerozi 2012).

Favorecendo a saúde do animal e melhorando a absorção dos nutrientes da dieta, os prebióticos são fermentados seletivamente por microorganismos benéficos da microbiota gastrintestinal, reduzindo, por competição, a quantidade de bactérias indesejáveis do trato digestório. Atualmente estes aditivos alimentares são bastante avaliados como aditivo alimentar em dietas animais, dentre eles, a levedura integral e seus derivados: o  $\beta$ - glucano e o Mananoligossacarídeo (MOS) são os principais (Torrecillas et al., 2012; Huu; Jones, 2014).

Silva e Nornberg (2003) relatam que os prebióticos são aditivos alimentares que irão atuar indiretamente sobre o sistema imune e enzimático, estimulando o crescimento das populações de bactérias benéficas, com capacidade de produzir substâncias com propriedades imunoestimulatórias, abrangendo a proliferação de células mononucleares, a produção de citocinas, a fagocitose macrofágica, a eliminação e a indução de síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas.

Dentre os prebióticos mais estudados na nutrição animal estão os frutoligossacarídeos, glucoligossacarídeos e os mananoligossacarídeos, estes são advindos de alguns açúcares absorvíveis ou não, fibras, peptídeos, proteínas, álcoois de açúcares e os oligossacarídeos (Dionizio et al., 2002; Budino et al., 2004).

O prebiótico MOS é derivado da parede celular de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, facilmente adicionado à dieta dos peixes. Spring et al. (2000), descreve que sua obtenção é possível através da separação da parede celular do conteúdo intracelular, consequentemente a solução contendo MOS é evaporado à baixa temperatura (spray dry) com o intuito de evitar a destruição da parte funcional da molécula. O MOS destaca-se pela capacidade de ligação, oferecendo um sítio de ligação competitivo para bactérias patogênicas Gram negativas, que apresentam fímbria tipo I específica, que são os elementos de aderência bacteriana, consequentemente diminui a competição por nutrientes entre a microbiota intestinal e o hospedeiro (Ferket; Parks; Grimes, 2002), sendo assim há melhora da saúde intestinal, aumento da integridade das vilosidades intestinais e, consequentemente, um melhor aproveitamento dos nutrientes (LI et al., 2008).

Encontrados em maior quantidade em componentes de células de leveduras, os mananoligossacarídeos são pequenos polímeros de manose, os quais podem ser utilizados pelos microrganismos como fonte de energia, ao contrário da maioria dos patógenos (Gibson e Roberfroid, 1995; Leslie, 1996).

Silva (2000), realizou experimentos com aves, cita que os prebióticos atuam alimentando e estimulando o crescimento de diversas bactérias intestinais benéficas.

Bio-Mos® é uma forma única de mananas derivadas de uma cepa selecionada da levedura *Saccharomyces cerevisiae* que melhora o desempenho animal (ALLTECH).

Hooge e Connolly (2011) citam que o Actigen® (ACT, Alltech, Nicholasville, KY, USA) é um prebiótico que contém frações ativas de mananoproteínas (FAMP) que melhora o desempenho produtivo e a saúde intestinal dos animais.

O Actigen® foi desenvolvido utilizando tecnologias que permitem fornecer proteção para o intestino pela liberação de mucina, sugerindo que animais suplementados com o ACT irão apresentar aumento na produção de muco, proporcionando maior proteção do trato gastrointestinal (Xiao et al., 2011).

Combate os patógenos e evita a colonização destes no trato, pois o ACT compete com os sítios de ligação dos mesmos, podendo ainda manter a função digestiva e atividade enzimática, controlando a inflamação e melhorando o desempenho zootécnico (Xiao et al., 2010; Che et al., 2012).

O ACT é mais concentrado em atividade biológica do que os produtos de mananas de primeira geração, portanto podem ser incluídos em concentrações mais baixas do que o MOS,

mostrando ainda melhorar o desempenho em condições desafiantes para o animal (Spring et al., 2015).

Vários trabalhos já foram desenvolvidos utilizando ACT, com frangos de corte (Lea et al., 2011; Gernat, 2011; Munyaka et al., 2011) e codornas (Maldarasanu et al., 2013); com suínos (Che et al., 2011; Corção et al., 2011); foi observado melhora no desempenho produtivo, imunidade e integridade do intestino.

Entretanto em peixes a quantidade de resultados dos estudos do ACT é bastante limitado (Ha, 2015).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de digestibilidade foram desenvolvidos no Setor de Piscicultura, do Departamento de Zootecnia, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, município de Areia – PB (6°58'15.8"S e 35°43'24.6"W).

O ensaio 1 foi realizado no mês de junho de 2013 e o ensaio 2 foi realizado no mês de junho de 2014, ambos com duração de 22 dias, sendo o ensaio 1 desenvolvido com a utilização do Farelo da palma forrageira (FPF) (cultivar gigante) e o ensaio 2 com a utilização do Farelo da semente de urucum (FSU).



**Figura 1.** Vista aérea do Setor de Piscicultura da UFPB/CCA.<sup>1</sup>

A metodologia empregada nos dois experimentos foram semelhantes, havendo apenas uma diferença nos prebióticos utilizados e na composição química das dietas, para a análise dos dados obtidos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, aplicando o teste de análise de regressão, utilizando o método de pseudoreplicações.

<sup>1</sup> Fonte: Google Earth

Para a confecção do Farelo da palma forrageira, as amostras da cultivar foram colhidas, cortadas em pedaços de 5 cm, a secagem foi realizada em estufa sob ventilação forçada (55 °C) durante 72 horas. Após a secagem as amostras foram trituradas em moinho de faca utilizando uma peneira de malha 1 mm.

A semente do urucum foi fornecida pela empresa São Braz S.A - Ind. e Com. de Alimentos. O Farelo da semente de urucum foi obtido através da trituração das sementes em moinhos de faca utilizando uma peneira de malha 1 mm.

No primeiro ensaio foi avaliado a digestibilidade aparente do Farelo de palma forrageira com a inclusão do prebiótico BIOMOS<sup>®</sup> e no segundo do Farelo da semente de urucum com a inclusão do prebiótico ACTIGEN<sup>®</sup>, estes alimentos são fontes alternativas disponíveis na região para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Para cada ensaio foram avaliados quatro níveis de inclusão (0.00%; 0,04%; 0,08%; 0,12%) de prebiótico na matéria natural (MN) fornecidos pela empresa Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.

Foram utilizados em cada ensaio 75 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis. niloticus*) de linhagem tailandesa, revertidas sexualmente na fase inicial, com peso vivo de 100,02 g  $\pm$  5g no ensaio 1 e 100,09 g  $\pm$  5g no ensaio 2, mantidos em 5 caixas d'água de 310 litros, equipadas com aquecedores e aeradores. Em cada caixa d'água os peixes foram mantidos em estrutura de formato circular, confeccionados com tela plástica com malha de 10mm, contendo 15 peixes cada. Estas estruturas foram utilizados para abrigar os peixes e facilitar o manejo de transferência das caixas de alimentação para as incubadoras adaptadas a coleta de fezes.



**Figura 2.** Estrutura de formato circular confeccionada com tela plástica utilizada para abrigar os peixes e facilitar o manejo.

A estrutura física consiste em caixas d'água de 310 L e de cinco incubadoras de fibra de vidro com fundo cônico, com volume útil de 180L, onde no fundo possui um registro de PVC, adaptada a um recipiente para a coleta de fezes.

Os peixes foram mantidos em caixas d'águas durante todo o dia e alimentados *ad libitum* em pequenas frações, das 7:00 às 17:00h, em intervalos de 2hs. Após a última fração de alimento os peixes foram removidos para incubadoras para coletas de fezes, que ocorria no dia seguinte.

A água das caixas foram mantidas sob aeração constante através do aerador acoplado a pedra porosa para manter o oxigênio dissolvido constante. A temperatura da água de cada unidade foi mantida constante em 26,6°C através de um termostato de 300W. A renovação da água das caixas de alimentação e das incubadoras de coleta de fezes foi realizada diariamente as 17:00 e 7:00 horas respectivamente utilizando-se água proveniente de um reservatório de 5000L com água mantida nas mesmas condições do aquário de digestibilidade.

O sistema de aquecimento e acompanhamento da qualidade de água foi realizada diariamente com averiguação da temperatura das caixas através de termômetro de bulbo com mercúrio, graduado de 0 a 50°C, pH e oxigênio utilizando oxímetro digital.

A iluminação ambiente foi obtida através de lâmpadas fluorescentes, com um fotoperíodo de 12 horas.





**Figura 3.** A esquerda incubadoras adaptadas para coleta de fezes, à direita caixas para a alimentação dos peixes.

A palma, o urucum, milho glúten e soja utilizados nas rações referência, foram analisados no ano de execução dos ensaios, portanto em 2013 (tabela 2) e 2014 (tabela 3) respectivamente.

As dietas-teste foram confeccionadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade de forma que foram compostas por 70% da dieta-referência e 30% do alimento a ser testado (palma ou urucum) e por 0,00; 0,04; 0,08; 0,12% de Prebiótico (BIOMOS® e ACTIGEN®) nestas ordens.

As rações foram formuladas para atender as exigências da espécie nesta fase de acordo com a tabela brasileira para nutrição de tilápias (FURUYA 2010), a base de farelo de soja, milho e glúten de milho, com inclusão de 30% dos alimentos alternativos farelo de palma forrageira e farelo de semente de urucum e suplementadas com aminoácidos sintéticos (DL-metionina e L-lisina, de forma que as mesmas fossem isoenergéticas e isoprotéicas.

As análises dos alimentos e das fezes de Matéria seca (MS), Fibra Bruta (FB), Proteína Bruta (PB), Cinzas (CZ) e Energia Bruta (EB) foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, determinadas de acordo com a metodologia de Silva & Queiroz (2002).

As leituras de Óxido de cromo das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa. A avaliação do óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador foi realizada pelo método descrito por (SILVA, 1990).

Para confecção da dieta, todos os alimentos foram moídos em moinho tipo faca e peneira de 1 mm de diâmetro, em seguida foram pesados e homogeneizados todos os ingredientes, e só então foi adicionado óxido de cromo na proporção de 0,2%, em seguida foi pulverizada água (55°C) na proporção de 12% de seu peso total e em seguida, agregadas em diâmetro de 8 mm em moedor de carne e desidratadas em estufa de ventilação forçada (55°C), durante um período de 24 horas.



**Figura 4.** A – Pesagem dos ingredientes; B – Inclusão do indicador e do Prebiótico; C – Inclusão do alimento alternativo e pulverização da água; D e E – Peletização das rações teste; F – Secagem em estufa das rações.

Na Tabela 1 está descrito a composição percentual dos alimentos utilizados na composição da dieta referência para a determinação dos coeficiente de digestibilidade aparente do Farelo de palma forrageira (FPF) e do Farelo da semente de urucum (FSU) com adição de prebióticos em tilápias.

**Tabela 1.** Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente do FPF e FSU para a tilápia do Nilo.

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Milho grão	43,69
Glúten de milho 60%	19,00
Farelo de soja 45%	30,00
Óleo de soja	3,00
Fosfato bicálcico	1,38
L-Lisina HCL	1,38
Sal comum	0,50
DL-metionina	0,47
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,50
Antioxidante BHT	0,02
Total	100,00
<b>Composição dos nutrientes</b>	
Proteína bruta	31,79
Fibra bruta	2,81
Arginina total	1,56
Metionina + cistina total	1,52
Lisina	2,25
Cálcio	0,46
Fósforo disponível	0,38
Vitamina C	0,07
Energ. Dig. Peixes (kcal/kg)	3249,13

<sup>1</sup> Níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.000mg; Vit. B<sub>12</sub>, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg

A Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta referência e do Farelo de palma forrageira do ensaio 1 estão disponíveis na tabela 2.

**Tabela 2** – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta referência e do Farelo da palma forrageira. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.

<b>Ingrediente</b>	<b>Milho grão</b>	<b>Farelo de soja</b>	<b>Milho glúten</b>	<b>Palma</b>
<b>Matéria Seca (%)</b>	90,98	90,06	94,10	95,73
<b>Proteína bruta (%)</b>	8,74	51,19	69,92	3,82
<b>Energia bruta (Kcal/kg)</b>	3.911	4.106	4.998	3.624
<b>Extrato etéreo (%)</b>	5,08	2,41	3,66	1,23
<b>Fibra bruta (%)</b>	5,76	41,90	27,60	18,41
<b>Cinzas (%)</b>	2,65	7,76	3,03	12,81

A Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta referência e do Farelo da semente de urucum do ensaio 2 estão disponíveis na tabela 3.

**Tabela 3** – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração referência e do Farelo da semente de urucum. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.

Ingrediente	Milho grão	Farelo de soja	Milho glúten	Urucum
Matéria Seca (%)	88,40	88,21	91,21	93,75
Proteína bruta (%)	9,03	49,53	71,07	11,34
Energia bruta (Kcal/kg)	3.623	3.908	4.689	5,146
Extrato etéreo (%)	4,69	2,21	2,13	10,05
Fibra bruta (%)	2,08	5,7	26,98	41,86
Cinzas (%)	1,16	6,27	3,71	5,55

Os peixes foram adaptados a cada dieta durante um período de sete dias antes do início da coleta. A coleta de fezes foi realizada diariamente às 07 horas durante 15 dias. O material coletado foi mantido congelado -4°C para posteriormente ser desidratado em estufa de ventilação forçada à temperatura de 55°C durante 24 horas. Após secagem, o material foi moído em moinho bola e em seguida foi feita a retirada de escamas, só então o material identificado e armazenado em refrigerador para posterior análise.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, e energia da dieta foram determinados de acordo com a expressão descrita por Nose (1960):

$$CDA = \frac{100 \times (\%I_r - \%I_f)}{\%N_f - \%N_r}$$

Em que:

$CDA$  = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

$\%I_r$  e  $\%I_f$  = % Indicador na dieta e nas fezes, respectivamente;

$\%N_f$  e  $\%N_r$  = % de nutriente nas fezes e na dieta, respectivamente.

O alimento teste substituirá 30% da dieta referência. Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes dos alimentos teste serão calculados de acordo com a fórmula descrita por CHO & SLINGER (1979):

$$CDA = \frac{CDA_{DT} - x \cdot CDA_{DR}}{y}$$

Em que:

$CDA$  = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes;

$CDA_{DT}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta teste;

$CDA_{DR}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta referência;

$x$  = proporção da dieta referência;

$y$  = proporção do ingrediente teste

Para a análise dos dados obtidos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, aplicando o teste de análise de regressão, utilizando o método de pseudoreplicações (Morrison e Morris, 2000), utilizando-se modelos mistos pelo procedimento PROC MIXED do programa Statistical Analyses System SAS 9.2.2 (2013).

Os modelos mistos podem ser utilizados em casos de pseudorepetições, em que de uma única amostra podem ser extraídos dados consistentes para uma análise semelhante aos de várias repetições.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), amônia e oxigênio dissolvido da água das caixas durante o primeiro e o segundo período experimental foram: 26,4°C; 6,8; 0,008uS/cm, 6,1 mg/L e 26,6°C; 6,6; 0,007uS/cm e 6.3 mg/L respectivamente.

Os parâmetros físicos e químicos da água, apresentaram-se dentro dos limites considerados adequados por Kubitza (2011) para o adequado desenvolvimento dos peixes durante todo o período experimental.

Vale ressaltar que a ração referência é uma ração similar a comercial com 32% PB, formulada a base de milho, soja e glúten de milho, ou seja, não há o alimento testado, esta serve apenas como base para os cálculos da digestibilidade, as rações teste foram formuladas para que fossem isoprotéicas e isoenergéticas, deste modo a comparação torna-se mais eficiente.

A inclusão dos alimentos alternativos no nível de 30% da dieta teste aumentando consideravelmente o teor de fibra quando comparada com a ração referência.

O aumento da fibra na ração afetou a digestibilidade devido às limitações nas características fisiológicas dos peixes em estudo. Segundo Pezzato et al. (1998) peixes onívoros aproveitam 20% do carboidrato disponível e as fibras são consideradas fonte de energia não disponível.

A composição química da ração teste composta por 70% da dieta referência e 30% do FPF, acrescida dos seguintes níveis de inclusão do Prebiótico BIOMOS® 0,00; 0,04; 0,08; 0,12, e da ração referência, estão descritos na tabela 4.

**Tabela 4.** Composição química da ração teste contendo 30% do FPF e da ração referência. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.

	Níveis de inclusão de Prebiótico (%)				Ração Referência
	0,00	0,04	0,08	0,12	
<b>Matéria seca (%)</b>	96,52	96,37	96,48	96,40	91,41
<b>Proteína bruta (%)</b>	16,92	16,55	16,68	16,87	32,67
<b>Energia bruta kcal/kg</b>	3.579	3.548	3.422	3.460	3.530
<b>Extrato etéreo (%)</b>	6,50	6,05	11,23	6,16	6,24
<b>Fibra bruta (%)</b>	6,05	5,36	5,72	6,30	3,26
<b>Matéria Mineral (%)</b>	6,50	6,69	6,37	6,64	2,45

Após a confecção das rações teste, verificou-se que o percentual de PB foi reduzido pela metade e o teor de fibra aumentou quando comparado com a ração referência, fato devido a inclusão do FPF em 30%, visto que o FPF tem apenas 3,82% de PB e 18,41% de FB em sua composição química.

O uso de prebióticos na alimentação de tilápias com alto teor de fibra, pode ser uma alternativa para equalizar o tempo de trânsito gastrointestinal, visto que a fibra irá aumentar a taxa de passagem (Lanna et al., 2004) e o prebiótico aumentará a viscosidade do bolo alimentar diminuindo esta taxa de passagem (Freitas, Rabello & Watanabe, 2014).

Os valores médios (%) dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e Energia Digestível aparente (EDa) do Farelo de Palma Forrageira em diferentes níveis de inclusão de prebióticos, encontram-se na Tabela 5.

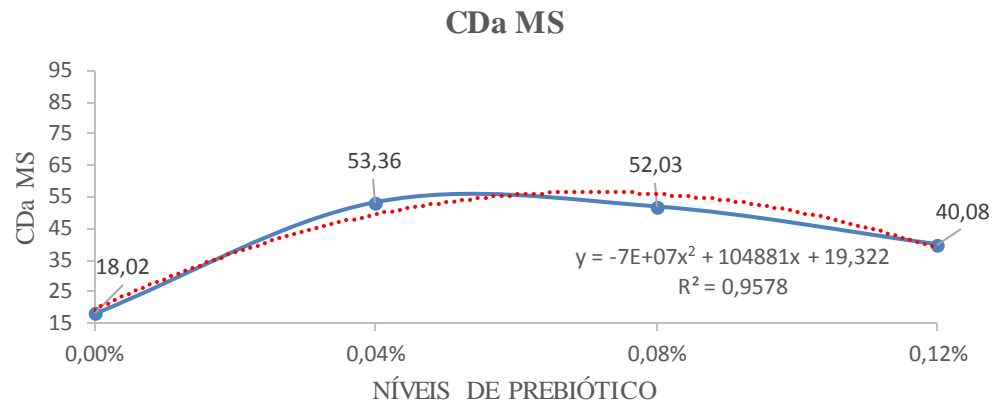
**Tabela 5.** Coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e da ED do FPF, para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas suplementadas com níveis crescentes de prebiótico.

Nível de prebiótico (%)	CDa		
	MS (%)	PB (%)	ED (%)
<b>Referência</b>	64,20	86,46	92,87
<b>0,0</b>	18,02	43,63	39,53
<b>0,04</b>	53,36	59,98	62,32
<b>0,08</b>	52,04	47,81	64,40
<b>0,12</b>	39,85	55,00	52,16

O coeficiente de digestibilidade aparente de PB e MS da ração teste com FPF contendo 0,04% do prebiótico apresentam-se superiores com relação à ração sem inclusão de prebiótico, enquanto que a ração teste contendo 0,08% de prebiótico obteve maior coeficiente de digestibilidade para a EDa, entretanto este valor é muito próximo ao obtido com o nível de inclusão 0,04% de prebiótico.

Cabe citar o trabalho de Oliveira et al. (2013) que analisando o CDa de variedades de palma forrageira, obteve coeficientes para MS, PB e ED, superiores a este trabalho, ambos sem a inclusão de prebióticos, entretanto quando confrontamos os CDa com a inclusão de 0,04% de prebiótico, há um aumento na fração digestível de MS e ED, enquanto que a PB se igualou, mostrando que houve efeito do prebiótico.

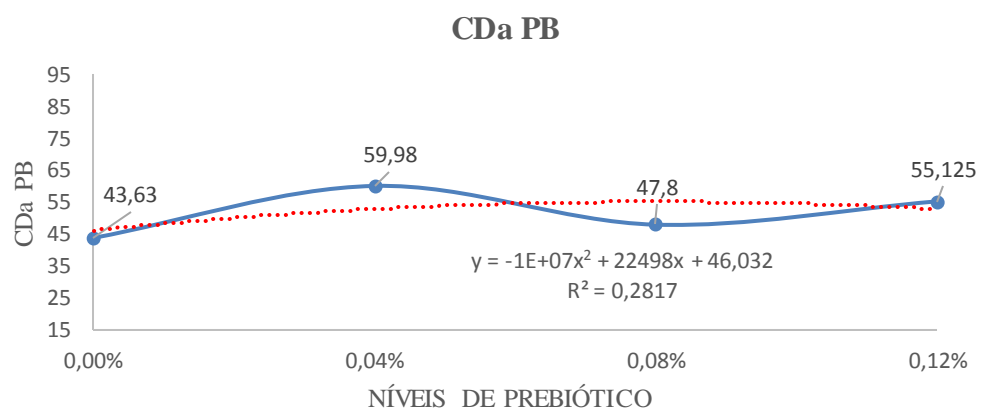
As figuras 4, 5 e 6, representam os gráficos da regressão do CDaMS, CDaPB, CDaED x Níveis do prebiótico BIOMOS® da ração teste contendo FPF do ensaio de digestibilidade 1, foi observado efeito quadrático entre as variáveis.



**Figura 5.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaMS do FPF.

Houve um aumento no CDaMS para peixes suplementados com 0,04% de prebiótico, e redução deste após a inclusão de níveis mais elevados, este comportamento mostra que a inclusão de níveis superiores a 0,04% à uma tendência na redução do CDaMS.

O comportamento do gráfico acima e de outros subsequentes, podem ser explicados pelo fato do prebiótico alterar a viscosidade da dieta, diminuindo a taxa de passagem e consequentemente a ingestão, após realizar uma revisão na literatura, diversos pesquisadores relatam que altos níveis de MOS na dieta podem resultar em uma menor digestibilidade dos nutrientes devido a esta característica.

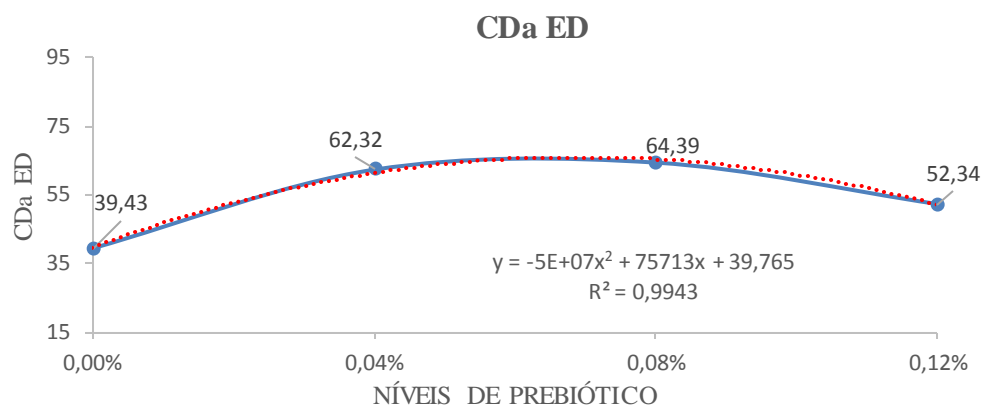


**Figura 6.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaPB do FPF.

O comportamento do gráfico de regressão do CDaPB, foi similar ao da MS, onde verificou-se o maior coeficiente de digestibilidade para o nível de 0,04% com posterior redução,



entretanto verifica-se uma tendência no aumento do CDa no último nível de inclusão, todavia para melhor expressão dos dados e consequente avaliação, só seria possível com a inclusão de mais níveis para identificar sua expressão.



**Figura 7.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaED do FPF.

Verifica-se que o ajuste da linha de tendência da equação quadrática foi ótimo para o CDaED, com o maior valor no nível de 0,08% de inclusão do prebiótico.

Na tabela 6 está o resumo da ANOVA das variáveis estudadas do Ensaio 1.

**Tabela 6.** Valores de F do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDaMS), CDaPB, CDaED do Farelo de palma forrageira.

F.V	GL	Quadrado médio		
		CDaMS	CDaPB	CDaED
Trat. (T)	3	535,52**	107,07**	260,51**
Linear		**	**	**
Quadrática		**	**	**
CV (%)		2,358	1,160	1,331
R <sup>2</sup> (%)		0,997	0,995	0,997

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação

Os valores da composição química da ração teste composta por 70% da dieta referência e 30% do FSU, acrescida dos seguintes níveis de inclusão do Prebiótico ACTIGEN® 0,00; 0,04; 0,08; 0,12, estão presentes na tabela 7.

**Tabela 7.** Composição química da ração teste contendo 30% do FSU e da ração referência. Valores expressos em 100% da Matéria Seca.

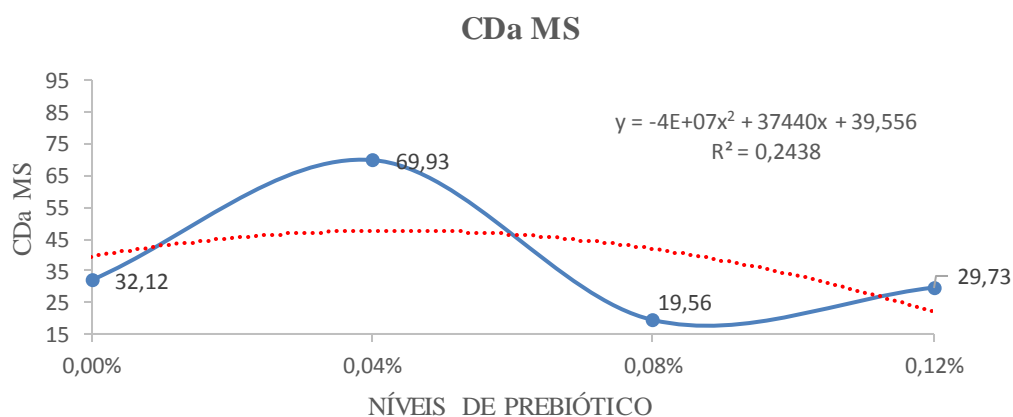
	Níveis de inclusão de Prebiótico (%)				Ração Referência
	0,00	0,04	0,08	0,12	
<b>Matéria seca (%)</b>	93,38	93,22	93,45	93,40	92,31
<b>Proteína bruta (%)</b>	27,12	27,23	27,25	27,45	32,85
<b>Energia bruta kcal/g</b>	4.445	4.348	4.570	4.422	3.490
<b>Extrato etéreo (%)</b>	7,41	7,08	7,04	7,05	6,94
<b>Fibra bruta (%)</b>	5,27	5,65	5,41	6,57	3,96
<b>Matéria Mineral (%)</b>	3,99	3,78	4,28	3,12	3,05

Os valores médios (%) dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (ED) do farelo da Semente de Urucum encontram-se na Tabela 8.

**Tabela 8.** Coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e da ED do FSU para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas suplementadas com níveis crescentes de prebiótico.

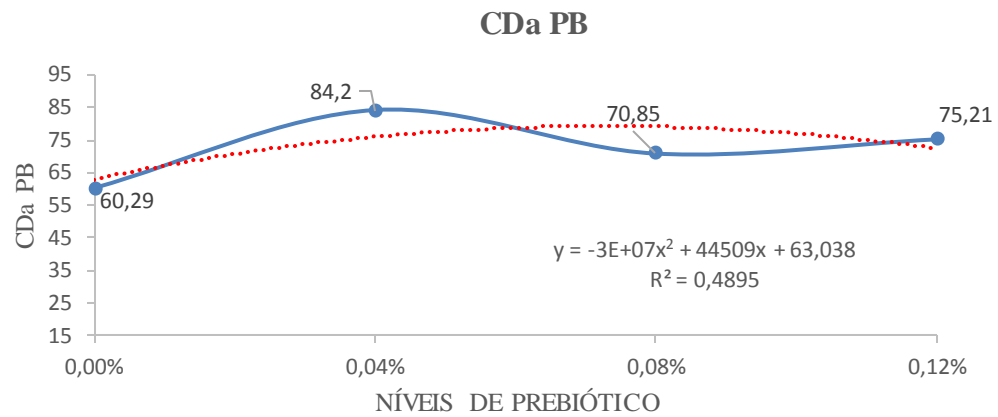
Nível de prebiótico (%)	CDa		
	MS (%)	PB (%)	ED (%)
<b>Referência</b>	64,20	86,46	92,87
<b>0,0</b>	34,36	61,35	80,99
<b>0,04</b>	69,05	83,83	83,29
<b>0,08</b>	20,01	71,20	68,16
<b>0,12</b>	28,16	74,64	86,34

As figuras 7, 8 e 9, descrevem os gráficos da do CDaMS, CDaPB, CDaED x Níveis do prebiótico ACTIGEN® da ração teste contendo FSU do ensaio de digestibilidade 2, observa-se que existe relação quadrática entre as variáveis.



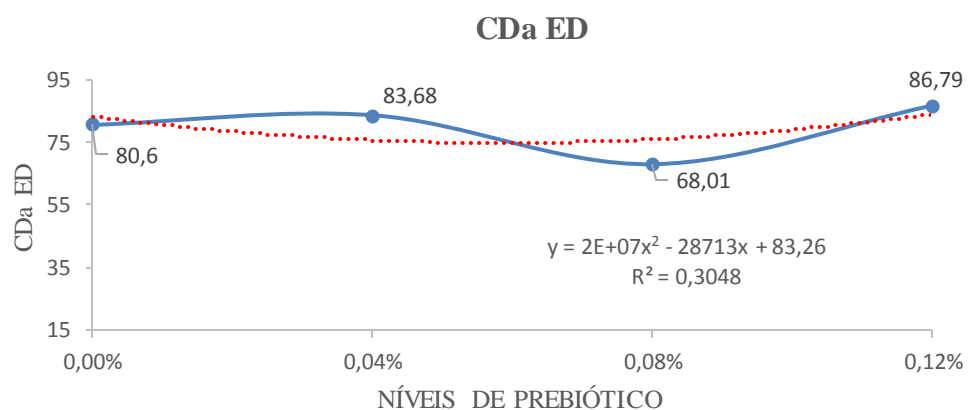
**Figura 8.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaMS do FSU.

O gráfico de regressão do CDaMS, expressa o maior coeficiente de digestibilidade para o nível de 0,04%, logo que aumenta-se os níveis de prebiótico, a uma redução bastante expressiva no CDaMS.



**Figura 9.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaPB do FSU.

As tilápias suplementados com 0,04% de prebiótico, apresentaram aumento no CDaPB, entretanto no nível seguinte (0,08%), a uma redução deste coeficiente, que volta a ser maior no nível 0,12%, entretanto não superior ao nível 0,04% que apontou a melhor expressão do CDaPB.



**Figura 10.** Equação de Regressão de Níveis crescentes de Prebiótico para o CDaED do FSU.

A expressão gráfica para o CDaED, aponta que o nível 0,12% de inclusão de prebiótico apresentou melhor coeficiente de digestibilidade, entretanto este valor está muito próximo do nível 0,04% que se mostrou de maior relevância nesta pesquisa.

Na tabela 9 está o resumo da ANOVA das variáveis estudadas no Ensaio 2.

**Tabela 9.** Valores de F do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDaMS), CDaPB, CDaED do Farelo da semente de urucum.

F.V	Quadrado médio			
	GL	CDaMS	CDaPB	CDaED
Trat. (T)	3	975,03**	197,31**	135,65**
Linear		**	**	**
Quadrática		**	**	**
CV (%)		5,438	1,272	0,642
R <sup>2</sup> (%)		0,994	0,994	0,997

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação

Diversos autores relatam alterações positivas com a adição de MOS à dietas de peixes e de outros animais, Mazlum et al. (2011), Van Hai e Fotedar (2009) e Flemming (2005), observaram efeitos significativos em lagostas, camarões e frangos respectivamente.

A suplementação com prebiótico ACTIGEN® na ração teste com o FSU a nível de 0,04% aumentou o coeficiente de digestibilidade da MS, PB, apresentando-se superiores com relação à ração controle (0,00%), enquanto que a ração teste contendo 0,12% de prebiótico obteve maior coeficiente de digestibilidade para o ED, entretanto este valor é muito próximo ao obtido com o nível de inclusão 0,04% de prebiótico.

Prebióticos são considerados formulas de mananas derivadas de cepas selecionadas de leveduras que melhora o desempenho animal (ALLTECH®).

O estudo obteve bons resultados dos coeficientes de digestibilidade, quando normalmente em pesquisas de digestibilidade com tilápias são utilizados rações compostas com alimentos de origem vegetal com baixa digestibilidade. As respostas de digestibilidade, obtidas pelos peixes que receberam as dietas com Prebióticos encontradas nesta pesquisa são positivas, podendo estar relacionados com os efeitos benéficos dos componentes da parede celular sobre a menor taxa de passagem da dieta, possibilitando melhor digestão e absorção dos nutrientes corroborando com Hisano et al. (2008), que realizando pesquisas com prebióticos obteve melhoria na digestibilidade de alguns nutrientes.

De acordo com Guimarães (2009) o aumento na digestibilidade da fração energética deve-se ao aumento na digestibilidade dos demais nutrientes da ração, proteína, lipídios e carboidratos, que podem ser utilizadas como fonte energética.

Corroborando com estes resultados, Schwarz et al. (2010) obteve resultado semelhante quando na inclusão de Mananoligossacarídeos (MOS) resultou em efeito ( $p < 0,05$ ) sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína, o mesmo ainda afirma que a suplementação de MOS resultou em maior altura de vilos ( $p < 0,05$ ), quando comparado ao valor obtido pelos peixes que receberam a dieta isenta do prebiótico, o aumento da altura das vilosidades intestinais apresentadas, com o incremento da adição do MOS na dieta, pode ter favorecido a absorção de nutrientes da dieta, melhorando a taxa de conversão alimentar.

Genc et al. (2007) avaliaram a adição de MOS (0; 1,5; 3,0; 4,5 g/kg) em rações de tilápias e verificaram melhoria nos parâmetros zootécnicos e organossomáticos dos peixes com o uso do MOS.

Também deve ser considerado que os mananoligossacarídeos são constituídos de polímeros de glicose e manose, o que podem aumentar a viscosidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade de trânsito e consequentemente de consumo (Silva; Nörnberg, 2003).

Resultado positivo também foi encontrado por Macari e Maiorka (2000) que observaram maior ganho de peso e altura das vilosidades nos três segmentos do intestino delgado em frangos de sete dias suplementados com 0,2% de mananoligossacarídeos em relação aos animais que receberam a dieta controle. A conversão alimentar não variou entre os tratamentos.

Mesmo com o aumento da fração fibrosa na ração contendo o FSU, a inclusão de 0,04% do prebiótico contribuiu para aumentar significativamente o CDMS comparada com a ração teste sem o prebiótico sendo ainda maior que o CDMS da ração referência na qual o teor de fibra é consideravelmente menor corroborando com Schwarz et al. (2010).

Resultados semelhantes em estudos com peixes foram obtidos por Li e Gaitlin III (2003), que conduziram dois experimentos para avaliar a utilização de diferentes níveis de levedura desidratada em dietas para juvenis de robalo (striped bass). No primeiro experimento a utilização de levedura melhorou o desempenho e sobrevivência, mas no segundo experimento não foi observada diferença entre os tratamentos. De acordo com os autores, os peixes do primeiro experimento não estavam em condições adequadas ao cultivo, o que refletiu em uma mortalidade crônica, entretanto estes fatores adversos contribuíram para que houvesse expressão dos efeitos do prebiótico sobre o organismo.

Schwarz et al. (2011) observou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da inclusão de MOS na dieta de larvas de tilápias sobre a conversão alimentar, concluiu que a utilização de MOS na

proporção de 0,34%, além de melhorar a conversão alimentar, promove aumento do comprimento do intestino, da altura das vilosidades e da densidade dos vilos, este melhor nível de inclusão do MOS aproxima-se dos resultados obtido neste estudo.

Li e Gatlin III (2005) estudaram o efeito do uso de levedura parcialmente autolizada e do prebiótico comercial GrobionicR-A® em dietas para juvenis do híbrido “striped bass” (robalo), expostos à infecção crônica por *Mycobacterium marinum* e verificaram que houve tendência de aumento no ganho de peso com o uso dos aditivos, entretanto a diferença entre as médias não foi significativa. Neste mesmo estudo a conversão alimentar foi significativamente melhor para a dieta contendo 2% de levedura em relação aos outros tratamentos e a sobrevivência foi significativamente melhor para a dieta contendo prebiótico.

Por outro lado, estudo também realizado por Li e Gatlin III (2004) com a utilização do prebiótico Grobionic™AE® durante sete semanas não afetou ganho de peso e a sobrevivência de juvenis de “striped bass”, mas melhorou significativamente a conversão alimentar em relação à dieta basal. Jaramillo e Gatlin III (2004) verificaram que a adição de B glucanas em dietas para o “striped bass” provocou uma ligeira porém significativa piora no desempenho e na conversão alimentar em relação à dieta controle.

Gaiotto (2005) encontrou melhores resultados de sobrevivência para juvenis de pintado alimentados com dietas contendo levedura desidratada e seus derivados em relação a uma dieta sem aditivo.

A utilização de levedura integral e seus derivados, autolizado e parede celular, em dietas para juvenis de tilápia do Nilo já foi objeto de estudo da dissertação de mestrado de Carvalho (2002), que encontrou resultados de crescimento bastante interessantes, entretanto neste trabalho a levedura foi utilizada como fonte proteica, substituindo 25% da proteína bruta total da dieta.

Vale ressaltar que os maiores valores dos CDa que os gráficos expressam, logo, se o primeiro nível de inclusão 0,04% determina o maior valor para o CDa, sendo este elevado, difícil seria encontrar explicações justificáveis que pudessem ser levadas em consideração para testar outros níveis de inclusão superiores a este trabalho ou com tempo de duração do experimento maior, o que na prática poderia resultar em um custo elevado e consequente ineficiência.

As pesquisas com a utilização de prebióticos na alimentação de tilápias buscando uma produção sustentável, minimizando o impacto ambiental e aumentando a produtividade e desempenho dos animais, ainda encontram-se na fase inicial e as informações encontradas na

literatura ainda são principiantes, pois resultados desfavoráveis são descritos em várias espécies de animais domésticos e de peixes.

É necessário estudos que viabilizem o uso de prebióticos com os ingredientes alternativos locais, valorizando assim, o que existe disponível na região, permitindo que outras fontes possam ser utilizadas associadas aos prebióticos. Os resultados deste estudo indicam que o nível 0,04% de Prebiótico, tanto em Farelo de palma forrageira (variedade gigante), quanto em Farelo da semente de urucum podem compor dietas para tilápia do Nilo, em experimentos de desempenho.

## **5. CONCLUSÃO**

A adição de 0,04% de prebiótico em dietas teste contendo Farelo de Palma Forrageira e Farelo de Semente de Urucum, implicou em efeitos positivos no coeficiente de digestibilidade aparente nutrientes para Tilápias do Nilo.



## REFERÊNCIAS

- BRITO, M. S., OLIVEIRA, C. F. S., SILVA T. R. G., LIMA, R. B., MORAIS, S. N., SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinária Brasília**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- BUDIÑO, F. E. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; JÚNIOR, J. M. P.; SANTANA, A. E., TUCCI, F. M.; FRAGA, A. L.; SCANDOLERA, A. J.; HUAYNATE, R. A. R. Influência da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre as atividades das enzimas digestivas e parâmetros sanguíneos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 26, p. 529-536, 2004.
- BUREAU, D.P.; KAUSHIK, S.J.; CHO, C.Y. Bioenergetics. In: In: Halver, J.E. & Hardy, R.W. Eds. Fish Nutrition, Third edition, **Elsevier Science** (USA), p.368-453, 2002.
- CARVALHO, M. **Utilização de levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus derivados em dietas para juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.
- CARVALHO, J. V. de; LIRA, A. D. de; COSTA, C. S. P; MOREIRA, E. L. T.; PINTO, L. F. B.; ABREU, R. D.; ALBINATI, R. C. B. Desempenho zootécnico e morfometria intestinal de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com *Bacillus subtilis* ou Mananoligossacarídeo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**. Salvador, v.12, n.1, p.176-187 jan./mar, 2011.ISSN 1519 9940
- CECHIM, Flávio Endrigo. **Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* suplementada com Mananoligossacarídeo (mos)**. 2012. 55f. Dissertação (Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, 2012
- CEROZI, B. S. **Prebióticos e Probióticos dietéticos, desempenho e higidez de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)** Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012
- CHE, T. M.; SONG, M.; JOHNSON, R. W.; KELLEY, K. W.; VAN ALSTINE, W. G.; DAWSON, K. A.; PETTINGREW, J. E. Effects of Actigen™ on peripheral blood immune

cells in pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV). "Science and Technology in the Feed Industry". In: ALLTECH'S 27ND ANNUAL INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 27. 2011. **Proceedings...** Lexington, KY, USA, 2011.

CHE, T. M.; SONG, M.; LIU, Y.; JOHNSON, R. W.; KELLEY, K. W.; VAN ALSTINE, W. G.; DAWSON, K. A.; PETTIGREW, J. E. Mannan oligosaccharide increases serum concentrations of antibodies and inflammatory mediators in weanling pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 2784–2793, 2012.

"CHO, S.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurements in feedstffs for rainbow trout. In: HALVER, J.E.; TIEWS, K. (Ed.). **Finfish Nutrition and Fishfeed Technology**. Berlin: Heenemann, p. 234-247, 1979."

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J.; BAYLEY, H.S. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology**, v.73, p.25-41, 1982.

CHOUBERT, G.; DE LA NOÛE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: improved dexice for the automic collection of feces. **Aquaculture**, v.29, p.185-189, 1982.

CORÇAO, A. A. P.; HANNAS, M. I.; VEIGA, A. A. Use of Actigen™- Performance, Salmonella control and antimicrobial revitalization. "Science and Technology in the Feed Industry". In: ALLTECH'S 27ND ANNUAL INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 27., 2011. **Proceedings...** Kentucky, KY, USA, 2011.

DIONIZIO, M. A.; BERTECHINI, A. G.; KATO, R. K.; TEIXEIRA, A. S. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte – desempenho e rendimento de carcaça. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, Edição Especial, p. 1580-1587, 2002.

EL-SAYED, A.M. **Tilapia culture**. London: Cabi. 277p. 2006.

FABREGAT, T. E I H.P. **Utilização do prebiótico flavofeed® como suplemento; dietário para juvenis de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus***. 2006. 42f. Dissertação. Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – **FAO**. Agricultura e Alimentação. Estatísticas da aquicultura de 2010. Disponível em: <[http://www.fao.com.br/ estatística](http://www.fao.com.br/estatística)>. Acesso em 21 outubro 2015."

FERKET, P. R.; PARKS, C. W.; GRIMES, J. L. Mannan oligosaccharides versus antibiotics for turkeys. In: ALLTECH'S EIGHTEENTH ANNUAL SYMPOSIUM, 2002. Nutritional biotechnology in the feed and food industry: **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2002. p. 43-63.

FERREIRA, M. A. Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros. Recife: UFRPE, **Imprensa Universitária**, 68 p. 2005.

FLEMMING, J. S. **Importância da utilização de leveduras (S. Cerevisae), e mos (mananoligosacarídeos) na alimentação animal**. 2005, 92 f. Tese Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2005.

FRANCO CFO. **Corantes naturais de urucum (Bixa orellana L.) no tratamento da hiperlipidemia em animais e câncer em animais** [Tese] Viçosa: Universidade federal de Viçosa. 2008

FREITAS E. R., RABELLO C. B & WATANABE P. H. In: Probióticos e Prebióticos na nutrição de monogásticos. **Nutrição de não ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2014. Seção VI. Cap. 3. Pg 497.

FURUYA, W.M., PEZZATO, L. E ; E.C. MIRANDA., BARROS, M.M e PEZZATO, A.C. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum Animal Science**, n. 23, p.465-469, 2001.

FURUYA, W.M. **Tabelas Brasileiras para a Nutrição de tilápias**. p.19, 2010.

GAJOTTO, J. R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (Pseudoplatystoma coruscans)**. 2005. 87. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

GATESOUBE, F. J. The use of probiotics in aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 180, p. 147-165, 1999.

GENC, M. A. *et al.* Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). **Aquaculture nutrition**, West Sussex, v 13, n 2, p. 156-161, 2007

GLOBO 1 Paraíba – G1 PB; Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2015/05/agricultores-do-agreste-da-paraiba-se-beneficiam-com-producao-de-urucum.html>>; acesso em 15 de novembro de 2015.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 125, p. 401-412, 1995.

GONÇALVES, E.G. & CARNEIRO, D.J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 4(2): 779-786.2003.

GUIMARÃES, I. G., FALCON, D. R., SCHICH, D., BARROS, M. M., PEZZATO, L. E., Digestibilidade aparente de rações contendo complexo enzimático para tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.61, n.6, p.1397-1402, 2009

HA, Natalia. **Imunomodulação por Actigen® em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): respostas fisiológicas e desempenho produtivo após desafio com LPS**, Dissertação– Universidade Estadual Paulista. Campus Experimental de Dracena, 2015.

HISANO, H .,SAMPAIO, F. G., BARROS, M. M., PEZZATO, L. E., composição nutricional e digestibilidade aparente da Levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede Celular pela tilápia-do-nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2008a.

HOOGE, D. M.; CONNOLLY, A. Meta-analysis summary of broiler chicken trials with dietary ActigenG (2009-2011). **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 10, p. 819-824, 2011.

HUU, H. D.; JONES, C. M. Effects of dietary mannan oligosaccharide supplementation on juvenile spiny lobster *Panulirus homarus* (Palinuridae). **Aquaculture**, v. 432, n. 258-264, 2014.

"Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção Municipal Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2002/default.shtm>> Acesso em: 10 de novembro de 2015."

IRIANTO, A.; AUSTIN, B. Probiotics in aquaculture. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v. 25, p. 633-642, 2002.

KOZASA, M. Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promotor for animal feeding. **Microbiologie Aliments Nutrition**, Zurique, v. 4, p. 121-135, 1986.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. 316 p.

LANNA, Eduardo Arruda Teixeira et al. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2004, vol.33, n.6, suppl.3, Digestibilidade aparente e trânsito gastrointestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta.

LARA-FLORES, M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; GUZMÁN-MENDEZ, B. E.; LÓPEZMADRID, W. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 216, p. 193-201, 2003.

LEA, H. K.; KAY, Z.; BURTON, E. J. Performance and gut health of poultry in the post-antibiotic era when feeding a novel yeast cell wall technology. p. 1. catfish (*Pangasiasodon hypophthalmus*). In: ALLTECH'S 28ND ANNUAL INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 28., 2012. **Proceedings...** Lexington, KY, USA, 2012.

LESLIE, A. J. **The ever-increasing role of biotechnology in the poultry industry: lessons from the past and thoughts for the future**. North American University Tour, 1996, p. 65- 85.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Evaluation of brewer yeast (*Saccharomices cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n.219, p.681-92, 2003.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, p. 445-456, 2004.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Evaluation of the prebiotic Grobiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*)

challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 248, p. 197-205, 2005.

LI, Y., WANG, Y. J.; WANG, L.; JIANG, K. Y. Influence of several non-nutrient additives on nonspecific immunity and growth of juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 14, p. 387-395, 2008.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO`2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas : FACTA, 2000, v. 2, p. 161-174.

MĂLDĂRĂSANU, T. I.; SARA, A.; BENTEĂ, M.; MURESAN, C. The Influence of Some Prebiotics (Actigen, Bio-Mos) Administered in Laying Quails' feeds on Growth Performances and Egg Quality. Bulletin UASVM **Animal Science and Biotechnologies**, v. 70, n. 2, p. 379-380, 2013.

Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA  
<<http://www.mpa.gov.br/#aquicultura/informacoes/producao>>; acesso 30 de outubro de 2015.

MAZLUM, Y; YILMAZ, E; GENC, M. A.; GUNER, O. Apreliminary study on the use of mannan oligosaccharides (MOS) in fresh water crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 juvenile diets. **Aquaculture Int.** v.19, p.111–119, 2011.

MELO A. A. S.; Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicosa, MG, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MEURER, F., HAYASHI, C., BOSCOLO, W. R. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (Supl. 2)

D. A. MORRISON, E.C. MORRIS, 2000. Pseudoreplication in experimental designs for the manipulation of seed germination treatments. **Austral Ecology** ( 25 ) , 292–296

NAKAGOME, F. K., **Digestibilidade aparente de ingredientes por alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)** Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus De Botucatu, Botucatu-SP. 2009

NOGUEIRA, A. C; RODRIGUES, T. Criação de tilápias em tanques-rede. – Salvador: **Sebrae** Bahia, p.23, 2007.

PEDROSA, R. U. **Digestibilidade do farelo de urucum com adição de complexo enzimático para tilápia do Nilo**. 2012. Monografia, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

PETERSON, B. C; BOOTH N. J; BARROWS, F. T; MANNING, B. B. Improved survival in channel catfish fed mannanoligosaccharides in an extruded diet. **Open Journal of Animal Sciences**. v.2, n.2, p.57-61, 2012.

"PEZZATO et al. Avaliação de dois métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente com a tilapia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Science**. v. (3): 695-69, 2002."

PEZZATO, L.E., BARROS, M. M., FURUYA., W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009 (supl. especial).

REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; HERNÁNDEZ, H.M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (Cactáceae). **Agrociencia**, v. 39, n. 4, p. 395-408, 2005.

SANTOS, E. L., WINTERLE, W. de M. C., LUDKE, M. do C. M. M., BARBOSA, J. M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): Revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Pesca** 3(2), jul. 2008.

SANTOS, E.L. et al.,[b] Digestibilidade De Ingredientes Alternativos para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): Revisão, **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.175-180, 2009.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: **Instituto Agrônômico de Pernambuco**, 2006. 48p. (Documentos, 30).

SCHWARZ, K. K; et al, Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo: **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 32, n. 2, p. 197-203, 2010

SCHWARZ , Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.12, p.2634-2640, 2011

SENS, R. F., **Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e  $\beta$ -mananase em rações para perus**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009

SIGNOR, A. A., BOSCOLO, W. R., BITTENCOURT, F., FEIDEN, A., GONÇALVES, G. S., FREITAS, J. M. A. de., Desempenho de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, n.5, p.977-983, 2010.

SILVA, E. N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. **Conferência Apinco'** 2000, São Paulo: Facta, 2000.

"SILVA, D. A. **Digestibilidade e desempenho de alevinos tilápia-do-nylo alimentados com dietas contendo diferentes níveis da semente de urucum e farelo da palma forrageira**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011"

SILVA DA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 983-990, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, J. A. M. da.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S., OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. de. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818): **Acta Amazonica** . vol. 37(1) 2007: 157 - 164

SILVA, M. C. D.; BOTELHO, J. R.; SOUZA, A. G. Estudo cinético do corante bixina por decomposição térmica dinâmica. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.2., n.1, p.11-14, mar. 2008.

SILVA, J. A. da et al. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, supl., p. 866-875, 2012.

SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, A.; NEWMAN, K. E. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 205- 211, 2000.

SPRING, P. Q.; WENKS, C.; CONNOLLY, A.; KIERS, A. A review of 733 published trials on Bio-Mos®, a mannan oligosaccharide, and Actigen®, a second generation mannose rich



fraction, on farm and companion animals. **Journal of Applied Animal Nutrition**, v. 3, p. 1-11, 2015.

TEIXEIRA, E. de A., SALIBA, E. de O. S., EULER, A. C. C., FARIA, P. M. C. de., CREPALDI, D. V., RIBEIRO, L. P. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1180-1185, 2010

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A.Z. Extração e determinação .por CLAE de bixina e norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, p.310- 313, 2001.

TORRECILLAS, S.; MAKOL, A.; CABALLERO, M. J.; MONTERO, D.; DHANASIRI, A. K. S.; SWEETMAN, J.; IZQUIERDO, M. Effects on mortality and stress response in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), fed mannan oligosaccharides (MOS) after *Vibrio anguillarum* exposure. **Journal of Fish Diseases**, v. 35, n. 591-602, 2012.

"UTIYAMA,C.E. **Utilização do resíduo de sementes processadas de urum (Bixa orellana L.) na aliementação de suínos em crescimento**.Piracicaba, escola Superior de Agricultura de Auqueiroz. USP, p.43 2001, Dissertação de Mestrado."

UTLEY, P.R.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W. Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastro intestinal tract. **Journal Nutrition**, v.100, p.1227-1231, 1970.

XAVIER, Tetty Cavalcanti et al. **Digestibilidade do Farelo de Palma Forrageira (Opuntia ficos) para Tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus)**. 2009.

XIAO, R.; POWER, R. F.; MALLONEE, D.; CROWDUS, C.; AO, T.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. Transcriptional signatures associated with biological functions of Bio-Mos® and Actigen® in broilers. In: IPSF ATLANTA, 2010. **Proceedings...** Atlanta, GA, USA, 2010. p. 76.

XIAO, R.; POWER, R. F.; MALLONEE, D.; SPANGLER, L.; ROUTT, K.; BRENNAN, K. M.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. Gene expression study reveals the association of dietary supplementation of Actigen and the regulation of pathogen-influenced signaling pathways in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, p. 142-142, 2011.